



レーザ回折に基づく強力超音波場計測 - 音響キャビテーションを伴う音場への適用 -

SATテクノロジー・ショーケース2016

■ 背景

液中に強力な超音波を入射すると、音響キャビテーションと呼ばれる多数の気泡が発生する.この気泡は超音波の圧力変化に同期して膨張収縮を繰り返し、収縮時に5000 K・1000 atmの高温高圧環境を内部に形成する.近年、この音響キャビテーションを化学反応場とする汚染物質や細菌の分解、ナノマテリアルの製造といった応用が盛んに試みられている.音響キャビテーションを応用する上では、化学反応場となる気泡内部の状態を支配する気泡近傍の音圧と気泡粒度分布(ある直径aの気泡の全体の気泡に対する割合)を計測し、適切な反応条件を設定する必要がある.

音圧は一般的に音場にハイドロホンを挿入することによって計測されるが,音響キャビテーションはハイドロホンを 損傷する.また,ハイドロホンによって音波が散乱され,音 場が乱されるという問題もある.このため音響キャビテーションを伴う音場を計測する手法は確立されていない.

■ 研究内容

本研究の目的は,音響キャビテーションを伴う100 kPa 以上の音圧振幅を持つ音場の光学的計測法を確立する ことである.また,音圧振幅と同時に音響キャビテーション の重要なパラメータである気泡粒度分布を計測することを 目指している. 提案手法ではFig. 1のように音響キャビテーションが発生している水中にレーザビームを入射し、その出射光を計測することによって音圧と気泡粒度分布を計測する.これまでに、(a)超音波がレーザビームに及ぼす擾乱について理論的に検討して、その擾乱から音圧を計測する手法を考案¹⁰し、また(b)気泡によって回折されたレーザのパターンから粒度分布を計測する手法を考案²⁰した.

提案手法による計測結果をFig. 2に示す.音圧はFig. 1 に示すような水槽の液面から計測位置を走査しながら計 測した結果をした.音圧振幅は理論値とよく一致している ことがわかる.また,計測した気泡粒度分布から求めた気 泡平均直径の時間変化も画像計測によるリファレンス値と 良く一致していることが分かる.以上によって,音響キャビ テーションを伴う音場の音圧振幅計測法を確立した.加え て,提案手法によって音響キャビテーションの気泡粒度分 布の同時計測が可能であることを示した.

■ 参考文献

- T. Kuroyama, K. Mizutani, N. Wakatsuki, and T. Ohbuchi: "Measurement of pressure amplitude of ultrasonic standing wave based on method of obtaining optical wavefront using phase retrieval," Jpn. J. Appl. Phys. 53 (2014) 07KE12.
- T. Kuroyama, K. Mizutani, N. Wakatsuki, and T. Ohbuchi: "Measurement of Diffraction Pattern Using Two-Dimensional Image Sensor□ for Obtaining Instantaneous Diameter Distribution of Acoustic Cavitation Bubbles," Jpn. J. Appl. Phys. 52 (2013) 07HE15.



Fig.1 提案手法の計測原理. レーザビームの偏向・拡幅および回折から 音圧と気泡粒度分布を計測する.

代表発表者	黒山 喬允(くろやま たかのぶ)
所 属	筑波大学 大学院システム情報工学研究科
問合せ先	〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1 TEL:029-853-5478 音響システム研究室

Fig.2 実験的に計測した音圧振幅 の空間分布と気泡直径の時間変化

- ■キーワード: (1) レーザ回折 (2) 音場 (3) 音響キャビテーション
 - (4) 粒度分布